

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-004831
 (43)Date of publication of application : 08.01.2003

(51)Int.CI. G01R 33/04
 G01C 17/30

(21)Application number : 2002-113642 (71)Applicant : HITACHI METALS LTD
 (22)Date of filing : 16.04.2002 (72)Inventor : SHIMOE OSAMU
 ABE TAISUKE

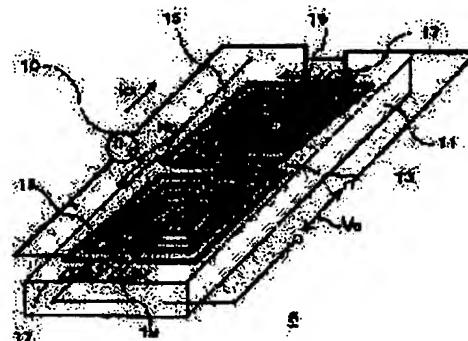
(30)Priority
 Priority number : 20011118624 Priority date : 17.04.2001 Priority country : JP

(54) ORTHOGONAL FLUX GATE TYPE MAGNETIC SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively provide a high-performance and flat orthogonal flux gate type magnetic sensor which can be mounted easily to a mobile device.

SOLUTION: In the orthogonal flux gate type magnetic sensor provided with a flat detecting coil, a magnetic body and a power source for alternately exciting the magnetic body, the detecting coil is not wound to the magnetic body and is constructed in a laminating structure having a flat coil by a printing coil or the like arranged to the vicinity of the magnetic body. The alternately magnetized magnetic body detects a change of an external magnetic field by the detecting coil. The sensor is made flat. The detecting coil is provided with a detecting means for detecting a change of a voltage drop generated to both ends of the magnetic body or a change of a current, so that a high frequency carrier type magnetic sensor can be constituted.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(1) 일본 특허청 (JP)

(2) 企 業 特 権 (A)

(3) 有効権

特許2003-4831
(P2003-4831A)

(4) 登録日 平成15年1月9日(2003.1.9)

0-004831
0-01R 08/04
0-01C 17/05

権利者

PI
0-01R 08/04
0-01C 17/05

権利者
0-01R 08/04
A

権利者 権利者 権利者 01 (企 11 月)

(1) 権利者
特許2001-110001 (P2001-110001)
(2) 登録日
平成14年4月5日(2002.4.15)
(3) 権利者
特許2001-110001 (P2001-110001)
(4) 登録日
平成14年4月5日(2002.4.15)
(5) 登録権利者
日本 (JP)

(1) 権利者
0-004831
日本特許庁
東京都千代田区霞が関3番1号
(2) 権利者
下江 伸
株式会社中三工業機器
東京都千代田区霞が関3番1号
(3) 権利者
中三
株式会社中三工業機器
東京都千代田区霞が関3番1号
アーテム(株)
00017 0001 0001 0001 0001 0001
0001-0001

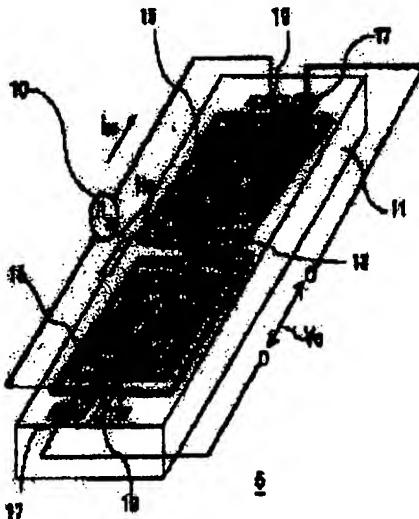
(6) 本発明の概要 交叉フラックスゲートセンサ

(7) 【概要】

【課題】 モバイル機器に容易に構成でき、高感度な平面状の交叉フラックスゲート型磁気センサを安価に提供する。

【解決手段】 平面状の取出コイル、導体および該導体を交差するための磁気遮断部を備える交叉フラックスゲート型磁気センサであり、該取出コイルを導体

に巻繞しないで、プリントコイル基板による平面状のコイルを導体に近傍に配置した構成とすることによって、充電池された電源電圧の外部電場の変動を検出する。該取出コイルは、また、電極部の断面に生じる電圧降下の実験、あるいは電流の変化を検出手段を備え、高感度チャリア型磁気センサを構成することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 検出コイルと検出部を備え、検出部中にパルスもしくは矩形波形を印加することによって検出部を駆動し、外部磁界の変化を検出する直交フラックスゲート型磁気センサであり、検出コイルは駆動部近傍に配置されず、前記駆動部の近傍に配置されることを特徴とする直交フラックスゲート型磁気センサ。

【請求項 2】 平面状の検出コイル、駆動部および磁性体を交差駆動するための駆動部電路を備え、交差駆動された磁性体が外部磁界の変化を検出する検出コイルによって検出することを特徴とする直交フラックスゲート型磁気センサ。

【請求項 3】 磁性体と検出コイルを備える直交フラックスゲート型磁気センサであって、少なくとも前記検出コイルを扁平状に作成すると共に、前記磁性体と組み重ねて接着構造にすることを特徴とする直交フラックスゲート型磁気センサ。

【発明の実施形態】

【0001】

【発明の要する技術分野】 本発明は、興小磁界の検出に好適な磁気センサに係り、特に扁平状に構成することが可能な直交フラックスゲート型磁気センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、地磁場測量等の微小磁界から数十エルスティッド程度の外部磁場変化を検出する磁気センサのうち、磁性体に検出コイル巻きを施し、磁性体を交差駆動する駆動部電路を備えたフラックスゲート型磁気センサが知られている。フラックスゲート型磁気センサは方式によって平行フラックスゲート型と直交フラックスゲート型に大別される。

【0003】 近年、電子機器の小型化・軽量化に押され、これら磁気センサも小型化・薄型化が進んでいる。従来の平行フラックスゲート型磁気センサは、磁性のフェライトコアが用いられてきたが、その後のモバイル・スマートフォンや携帯電話機のリングコアに使用され、 μ の2種センサが開発された。この磁気センサは、特許第2501860号公報に記載されている。また、平板状の駆動コイルと検出コイル間に駆動部を備えた車型の平行フラックスゲート型磁気センサは、特許第IE EE Trans. on Magnetics vol. 30 No. 6, 1994に発表されている。

【0004】 図16は平行フラックスゲート型磁気センサの構造的特徴を示す断面図である。図示するように、磁性となる磁性体51を中心部に駆動コイル53と検出コイル55を同心円状に配置する。駆動部電路57から駆動コイル53に正弦波またはパルス電圧 \times を印加すると、磁性体51は駆動されて駆動力方向に外部磁界H₀を生じる。このH₀に平行な成分をもつ外部磁界H₀を作用させると、H₀の大きさに応じて検出コイルの出力端子59-1及び59-2間に印加される。出力電

圧は、動作原理から極端にもしくは高周波となる。

【0005】 図17は、図16構造をセンサの駆動部と検出部の駆動部電路を示す断面図である。図17の(a)はより(1)は、駆動部51に比べて駆動部H₁と外部磁界H₀が重なる。図17(b)に示すように、内部駆動部H₁に对外部磁界H₀の働きが一致する場合に、合成駆動電圧が最大となり、その結果出力電圧が最も大きな値が得られる。一方、図17(c)に示すように、外部磁界H₀が内部駆動部H₁に対して逆向きになる場合、出力電圧は最小となる。この最小と最大値の差が検出可能な範囲と定義される。以上の説明から明らかのように、この方式は磁性体51の後で駆動コイル53と検出コイル55が必要であり、構造が比較的複雑で、薄型化が容易でないことが欠点である。

【0006】 一方、直交フラックスゲート型磁気センサに関する特許公報として、特公昭61-1659の文部省省令まで遡ることができる。この方式においても初期には、磁性体として高純度合金等ワイヤあるいはフェライトが使用され、検出用のコイルは上記の磁性体を組み込むようにソレノイド状に巻取されていた。近年、表系微結晶質の適用例が報告されたが、検出コイルや磁性体の配線等に關しては、大きな変更が加えられず、過度が無いまま発表当時とほぼ同じ構造となっている。図18は、この直交フラックスゲート型磁気センサの構造を示す斜視図である。

【0007】 図18において、駆動体7-1に駆動用電流I₇からパルスまたは交流の駆動電流 \times を印加することによって、駆動体7-1は円周方向に駆動され内部駆動部H₁が現れる。内部駆動部H₁は交差し、H₁に垂直に外部駆動部H₀が印加されると、その大きさに比例した基本波もしくは高調波の電圧が、駆動体7-1に巻取られた検出コイル7-5の端子7-9から得られる。図18に示す構造は、特許第2517490号公報等に記載された発明であり、高周波で駆動波が少なくできる等の特徴を備える磁気センサである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の直交フラックスゲート型磁気センサは高価であるが、厚さ方向の寸法を縮小することが困難であった。設置場所や用途が確定されることにより、磁気センサとしての用途を絞めている。特に、モバイル機器の代表である携帯電話等に搭載することができない。従来のフラックスゲート型磁気センサは、構造上、複雑を前提にしていない。例えば、図16において検出コイル7-5は駆動体に巻取られるため、駆動体7-1に検出コイルの厚さ分が合算され、かなり嵩張った構造である。加えて、検出コイル7-5は数百ターン程度が巻かれるため、駆動体7-1と構造をとりながら行う巻取作業は、複雑かつ時間と要し高価であった。また、巻数のターンが多いと検出コイル全体の大きさを小型化するには困難である。

【0010】また、磁性体はパルスで巻くよりも倍または倍以上の方が磁気特性的に改善はされ、センサのノイズを低減する上で有利である。しかし、致100レム以下程度の板状の磁性体は検出コイルを巻きしようとすると、非常に困難で検出感度に大きな影響が必要であるばかりか、複雑な構造となるために信頼性の低下にもつながるという複数的状況を新たに招くことになる。本発明の目的は、前記問題を解決するもので、半パイル巻構に改善できる簡単な検査センサを、安価に提供しようとするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の直交フラックスゲート型磁気センサは、検出コイルと磁性体を組み、該磁性体にパルスもしくは交流電流を流すことによって前記磁性体を強化し、外部磁界を検出する直交フラックスゲート型磁気センサであり、前記検出コイルは前記磁性体に巻取されず、前記磁性体の近傍に配置されることを特徴とする。本発明では、直交状態のコイルを作製し、コイルの近傍に磁性体を配置する。より詳しくはコイルに磁性体を巻き直して2つ側面の端子を確保しつつ配置する。検出コイルを磁性体に巻き直すのではなく、検出コイルの近傍に巻き直す配置することにより、検査センサの強度化を達成する。他の見方をすると、本発明では、磁性体すなわち磁性コアの長さ方向と、平面状の検出コイルを構成した面がほぼ平行の構造にすることで、磁気センサ全体の強度化に寄与する。

【0011】本発明の他の直交フラックスゲート型磁気センサは、平面状の検出コイル、磁性体および該磁性体の強度化電流を備え、交番巻取された前記磁性体が外部磁界の影響を受けることにより磁界分布が変動し、前記強度分布を検出コイルによって検知することを特徴とする。

【0012】より詳細には、本発明に係る直交フラックスゲート型磁気センサは平面状の検出コイルと磁性体と内部構造等を備える。前記強度分布から前記磁性体にパルス電流もしくは交流電流を流すことによって磁性体を強化し、内部磁界と外部磁界との相互作用で検査変化を生じさせ、この検査変化を平面状の検出コイルで検知できるように、検査センサは平面状の検出コイルに近接して配置するものである。特に、検査強度が大きく変化する箇所すなわち磁性体の端部に近接して検出コイルのスパイラル巻状の中心を配置することが、強度変化を効率よく検出する上で好ましい。スパイラル状の中心とは、平面状の検出コイルにおいてスパイラル状に巻かれている箇所の中心近傍を指す。平面状の検出コイルと磁性体との密着性が高まることから、複数の電磁気的結合が得られ、検出感度の向上ならびに省電力化が図れる。

【0013】本発明の他の直交フラックスゲート型磁気センサは、磁性体と検出コイルを備える直交フラックスゲート型磁気センサであって、少なくとも前記検出コイルを平面状に配置すると共に、前記磁性体と組み合われて検出感度にすることを持続とする。尚に、シート状の検出コイル（シートコイル若しくは平面コイル）と空隙の幅の磁性体を組み合わせれば、1mm以下あるいは致100レム以下の厚さで検査センサを構成することが可能である。さらに、本発明に係る直交フラックスゲート型磁気センサは、検出コイルと磁性体を複数巻上げて多層構造にすることができる。

【0014】上記本発明に係るいすわがの直交フラックスゲート型磁気センサは、被膜上に形成した平面状の検出コイル及び磁性体と、前記磁性体にパルス電流もしくは交流電流を流す際の電流を備え、前記平面状の検出コイルは、直列に接続した2つのスパイラルコイルヒート、検出コイルの出力を得る端子とを備え、前記磁性体は、直交する2つのゲートとして構成する一对の端部と、端部用電端子と接続するための端子とを備え、前記磁性体は前記スパイラルコイルと交差して配置され、前記端部は前記スパイラルコイルの中心近傍に配置される構造にすることが望ましい。この構成は、検出コイルを2つのスパイラルコイルで構成しているため、磁性体の長さ方向が平面状の検出コイルとはほぼ平行に配置されていても、高効率で外部磁界を検知できる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面等により実施例を説明する。ただし、これら実施例によって本発明が限定されるものではない。なお、同一でなくとも既存の部品は同じ符号で説明する。

（実施例1）図1は、本発明の一実施例を示す直交フラックスゲート型磁気センサの斜視図である。この実施例では、まず、絶縁基板11上に、電気メッキ及び漆喰プロセスにより非導性導電性材料の検出コイル15を形成した。次いで、検出コイル15の端を除いて絶縁膜（図示を省略）を被覆した。次いで、検出コイル15の端に接続するように一对の検出コイル用端子17を設けた。次いで、この検出コイル用端子17の端の端を強くようにして、スパイラル状の検出コイル15の上に絶縁膜（図示を省略）を被覆した。次いで、絶縁膜上に一对の端子となる端子19を形成した。次いで、バーマロイ鋼をフレームメッキ法で被覆し、不要部分をエッジングで除去して所定の形状にバーマロイの磁性体13を作製した。磁性体13の各々の端は、スパイラル状に巻いたコイルの中心近傍に配置されると共に、端子19と接続させた。磁性体13の強度化方向は面内で電流方向 $I \times e$ に垂直である。図示していない絶縁膜には、検出コイル用端子17や端子19を通すためのスルーホールが適宜設けてあり、これら端子が途中で検出コイルと接続しないように立体的な配線となっている。

【0016】絶縁基板11は、厚さ1、1mmのガラス基板である。検出コイル15は、矩形（正方形状）に巻いた2層のスパイラルコイルを直列に接続したものであ

る。矩形コイルの外周は約20 mm四方であり、巻き回数はそれぞれ100ターンで、コイル端部の幅は厚さ2 mm、幅38 mmである。図1では、正確に表示することが難しかったため、巻き回数を大幅に省略して表示した。磁性体13のパーマロイ膜は厚さ2.5 mm、幅さ35 mmとした。さらに、磁性体13の両端には通電端子の端子19を設けた。このように修正した直交フラックス型磁気センサは、端子19に脈衝電圧10からパルス状の脈衝電圧10×を渡し込むことにより、検出コイル用端子17から出力電圧V_oを得ることができた。なお、図1の実験例1では、端子19を先に形成し、磁性体13を剥いてから、他の実験例として、先に磁性体を形成し、磁性体の各分の端に直し端子をよう端子19を形成するなどを可能である。

【0.017】図2は、図1の構造を用いたにおける脈衝電圧10×と出力電圧V_oを測定するグラフである。図1 (a) は磁気センサに印加した脈衝電圧10× [A] と時間 [μs] の関係を示すパルス電圧波形であり、波高値を0.2 A付近に選んだ。この波高値の電流による脈衝の端界は、磁性体13の両方端部H₁に相当する点である。図2の (b)、(c) および (d) は磁気センサから得た出力電圧V_oの波形である。(b) は脈衝を水平に保ち、端部部の水平部分に対して角度約±30°の長手方向が、平行となるように配置した場合の出力電圧波形である。これに対して、磁性体13の長手方向が端部部の水平部分と連平行の向きになるように配置した場合が (d) である。

【0.018】他方、(c) は磁性体13の長手方向が端部部の水平部分に垂直となるように配置した場合で、上記 (b) 及び (d) の丁度中間位置とみなすことができる。図示するように、出力電圧はほとんどゼロとなる。(b) 及び (d) を比較すると、ピーグ電圧の等しい脈衝のパルス電圧が得られたため、両端部いずれも直交電圧に変換できる。その直交電圧の端子電圧の大きさが脈衝の方向と厚さを表すことになり、端子電圧の測定が可能である。外部電界が磁性体13に影響の場合、(c) に示すように出力電圧パルスはゼロとなる。このことから、0~360度の角度の測定が可能である。

【0.019】次に、実験例1としてロックインアンプを用い、実験例1の測定方法 (図3) と図4 (図4) について述べる。図3は測定装置の構成と結果を示す構成である。測定装置ではヘルムホルツコイル30の中央に実験例1の直交フラックス型磁気センサの構造を記載した。ヘルムホルツコイル30は×方向の脈衝を生じる一对の検出コイルと、Y方向に脈衝を生じる一对の磁気コイルで構成した。図3中の直交フラックス型磁気センサは、端子部11上の詳細を省略し、磁性体13と検出コイル15のみを示し、動用電圧10に代えて波形発生器を端子に接続し、検出コイル用端子には

ロックインアンプを接続して測定を行なった。

【0.020】従前、使用したロックインアンプ31の最高周波数が100 kHzであるため、磁性体13に渡す動用電圧の基本周波数を半分の50 kHzとした。外部電場の印加にはヘルムホルツコイル30を用い、最大80 A/m相当の電場を磁性体13に与えた。検出コイル15からの出力電圧は、基本周波数の2倍の信号をロックインアンプ31の出力として計測した。ロックインアンプに接続した抵抗Rは1 kΩ以上のものを用いた。

【0.021】このようにして測定した結果、すなわち本発明による磁気センサの方位電圧4倍出力、図4 (a) は端子部11の端子方向に平行に電場を印加した場合で、外部印加電界 [A/m] に対する出力電圧の関係である。脈衝電圧10× = 0.1 A, 0.2 A, 0.3 A,

0.2 Aの3通りについて測定した。外部印加電界0の範囲が0から4.5~5.0 A/mまでの範囲では、外部印加電界と出力電圧はほぼ比例関係になった。しかし、磁性体13の両方端部H₁に相当する5.0 A/m附近でピーク値を示し、これを過ぎると出力電圧は逆に減少した。

【0.022】さらに、図4 (b) は外部印加電界を4.0 A/m一定に保った場合の脈衝電圧10×に対する出力電圧波形である。0.0~0.1 A以下では出力は得られず、不感範囲であるが、この値以上になると傾きほぼ一定の直線が得られた。以上の説明から明らかのように、この磁気センサ (直交フラックス型磁気センサ) は、所定の条件を満たせば、磁性体の外部電界に対する角度と出力電圧との関係が1対1に対応することから、方位センサあるいは永久磁石を用いた傾斜センサとして使用していることがわかる。また、この磁気センサの出力電圧が外部電界とリニアな関係を有することに着目して電気センサの検出器に適用することもできる。さらに、可動体と静止体にそれぞれ磁石あるいは永久磁石を取り付けた構造に適用すれば、相対位置関係を出力電圧で検出できるため、位置センサまたは位置センサなどに利用できる。なお、磁性体として実験例1ではパーマロイ膜を使用したが、C₆₀系アモルファスワイヤあるいはC₆₀系アモルファス磁石、軟性樹脂、アモルファス磁石等の高磁導率かつ柔軟性材料を用いることがより好適である。

【0.023】本発明では、磁性体と検出コイルの位置関係が重要である。図5や図6で検出コイルと磁性体の位置関係を模式的に説明する。図5の (a) は従来の構成のモデルである。端子部11は検出コイル51および53に直結するように配置されるため、磁性体53を通過する脈衝は検出コイル51及び53に誘導する。従って、外部電場H₁が存在する時に磁性体53がパルス電圧の端子などによって誘導されると、検出コイル51及び53に誘導する電圧が変化し、検出コイルに電圧が誘導される。これが従来の検出原理である。

【0024】次に、検出コイルを1と2の上部半分を左右に引き替へし、複合体を2の位置に変形させて検出コイルを1'及び2'とした場合を図5の(b)に示す。さらに、検出コイルを1'及び2'の下部側のコイルを複合体2の下部に巻きるように扁平化した場合の断面図が図5の(c)である。

【0025】図5の(a)、(b)および(c)を比較すると明らかのように、(b)、(c)の出力特性は同一であるが、(a)の場合に比べて半分の出力となる。

(c)が本発明の検出コイルと複合体の位置関係を示す。すなわち、複合体2に検出コイルを1'、2'を巻きにくくても、複合体2が位置もしくは巻きするように配置することによって、本複合体2による検出変化を精出することが容易となることがわかる。図5では板状の複合体2を用いて実験したが、複合体2は複数等の所定の巻きと形状を有するものであれば、本複合体の実験による結果は充分得ることができ、また、複合体2の下部側に巻き、上下面に配置したり、複数のコイルを多層化する実験も可能であることがわかる。

【0026】(実験例2) 図6はスパイラル状の検出コイルを1巻とした場合の電流フック型磁気センサの断面図である。この場合、検出コイル2は複合体21上に1巻巻きされ、一对の端子29を通じて複合体21に交換電流を供給することによって外部電界に応じた複合体の検出コイル2の端子間に検出コイル用端子27から得られる。この実験例から明らかなるように、本発明は検出コイル用端子ではなく、複合体2の位置関係が重要である。次に、図6において複合体2を複数したが、端子29には交換電流(交流電流)を供給するための端子用電端子を接続して、直交フック型磁気センサとして機能することを確認した。

【0027】(実験例3) 外部電場の検出効率を向上させた複合体2の断面図を図7の断面図示す。図示するように、複合体2の両端部と中央部に形状的な特徴を持たせている。図7の(a)は実験例1基く比較実験2の複合体について、複数の端子として丸の丸の形状とし、中央部の両端に凹みを設けた形状に相当する。図7の(b)は(a)の形状の外周を更に細分化した形状である。これらの形状は、検出コイルにできるだけ多くの電流が誘導するようになって回したもので、複数に沿る境界を検出コイル中央部に取付ける構造としたものである。複合体2以外の構造は実験例1基くは2と同様にした。

【0028】(実験例4) 図8は、複合電流プロセスを用いて製造した他の直交フック型磁気センサの断面図である。同図の(a)に本発明に係る磁気センサを、(b)に比較例の磁気センサを示す。(a)の直交フック型磁気センサは、実験例1の一端を変更した構造に相当する。すなわち、複合体13を先に形成し、次いで複合体13の両端に巻き替えるように端子19を形成し、更に複合体13を保護膜18で被覆し

たものである。その他の構造は実験例1と同様にした。検出コイルの巻く方向とコイルの端子方向は複合電流11の方向が平行と言える。検出コイルの端と、複合体2の端を平行に配置するため、複合体の厚さを薄くすることが可能になると同時に、複数プロセスを重ねながら複数工程で接続するというメリットもある。

【0029】図8の(b)比較例の磁気センサは、複合体13 bに検出コイル40 bを巻き替える構造である。まず、複合電流11 b上に複数の端子を接着し、多段の複数状のパターンを得た。これらパターンは平行に配列したものであり、検出コイルの片側半分(下側のコイル層)に相当する。次いで、これらの複数層のパターンの中央部を第1の端子部で接続し、余分の端子部の両端は第2の端子部の外に接続され、この第2の端子部上に各々のパターンと接続するように1本の複合電流13 bを形成し、更に複合体13 bの両端に一对の端子(図示を省略)を形成した。次いで、複合体13 b及び第1の端子部を覆うように第2の端子部を被覆した。次いで、巻出させておいた複数層のパターンの一方の端と一对異なる他のパターンの端端とを接続すべく、複数端子層ぐように複数端子層のパターンを接続した。複数端子層ぐように多段のパターンを多段配置して、もう片側半分の検出コイル(上側のコイル層)を巻き替へし、検出コイル40 bを得た。従って、検出コイルの巻く方向は複合電流11 bの間に逆位置となつた。検出コイル40 bの両端に一对の検出コイル用端子19 bを形成した。次に、上側のコイル層を保護膜18 bで被覆して、比較例の直交フック型磁気センサを得た。

【0030】図8の比較例では、検出コイル40の上側や端子層18の厚さが複数端子センサの高さに即わるため、厚さが膨大してしまう。複合体の端に複数のコイルを巻いて作成される複数端子に比べると複数化されではいるが、本発明の構造に比べると厚くなっている点はデメリットである。また、上側のコイル層は、複合体13 bとそれを包む端子層を乗り越えるように形成するため、正確なバーニングが難しい。上側のコイル層と下側のコイル層において、接続すべき箇所が多段あるため、それらの電気的な導通を全て確実なく接続することが難しく、手間が長い。コイル層の端が細くなつて接続することが多いということも、手間りの下の難点を表している。また、複数端子層が他の端子より薄くなつて保護膜剥離する点が難点である。これら手間りや難点の発生だけでなく、図8の(c)に比べて、製造工程が長いという点も問題である。

【0031】(実験例5) 図9は、x、yの2種類のセンサの構造を示す断面図である。概念的には、図5の直交フック型磁気センサ(検出コイル1巻)において、複合体をもう1本追加して、2軸に変形したものと考えることができる。この構造は、まず、複合電流3

1上に螺旋状の電磁コイルG3とその裏面に接続した一方の電極G1と左側端子3-7を取付し、電磁コイルを裏うよう逆回転させ形成した。次いで、螺旋状の電磁コイルの一方の端を固定するよう裏側板上に端子G3-1を接着し、その裏面に被覆するように端子G3-1と端子G3-2を形成した。次いで、電磁コイルの電力の端を交差させて且つ端子G3-1とG3-2を接続するようにして、被覆体G3-2を接続した。ついで、被覆体G3-2の裏端に端子G3-2-1を取付し、裏側板を覆うように保護膜を被覆して、2つのブラックスゲート式蓄電池センサを得た。直交させた被覆体G3-3-1及び被覆体G3-2-2が、各々々地電場とy地磁場の感應を知知する、この蓄電センサの応答膜として、2つの出力端子をマイコン等でデータ処理することができるシステムに組み込みは、3次元の電場マッピング測定装置に適用可能である。

〔003-2〕(実験例6)さらに、差動形の直交フラックスゲート型電気センサを高周波キャリア型電気センサとして応用できる。图10は、この実験用キャリア型電気センサの断面図である。実験例1と同様の構造センサの感性体13にパルス電流もしくは交流電流J₁×を流すと、前述のよう位相感性体13が外部電場E₁の影響を受けてインピーダンス変化をする。断面図電極10として定電極面を用いれば、このインピーダンス変化は感性体両端の電圧変動として検知可能である。また、断面図電極10として定電極面を用いれば、このインピーダンス変化が電流の変動として検知可能である。従って、断面図電極を電界電流源に接続して且つ断面図電極に電圧検出手段を設ける構成、あるいは断面図電極を電界電流源に接続して且つ断面図電極に電流検出手段を設けた構成が、高周波キャリア型電気センサとなる。

【Q033】この高周速キャリア型蓄電センサの動作原理を図11で説明する。グラフ(a)にて外部電界を増していくと、インピーダンスは最初増加し、次第に増加量が逆に最大値をとつてから減少する。この特性は印加電界の方向に対して対称である。このため、バイアス電界H_Bを加えて、図中の動作点を選択することになる。バイアス電界を加えない動作点は(b)で示されるが、動作範囲が狭いことが欠点として上げられる。しかし、感度が増すであり、不安定で高周波性の蓄電センサである。また、この蓄電センサによるインピーダンスの測定データの一例を図11の(b)に示す。絶対上、直角フラットスグレー型と四端の効果が見られる。

【00-34】(実験切7)図1-6は、実験例による直交フレックステート型熱気センサをチップ基板とした場合の実験結果である。この実験例では、複数並りに複数個の開口部に取り付けたチップを図1-1に示すと、複数の検出コイルは距離差等により配置しておいて、このチップ基板の1を検出検出コイルに合せる方法を用いた。なお、複数の検出コイルをチップ基板上に一體的に形成する構造も可取である。

〔0035〕(武藏浦8) 第13は、他の実験と同じく直交フラックスゲート磁場センサの実験である。ワイヤー状の磁性体をハンダで固定した構造の一例である。実験の実験は結果を示したため、略記で表示した。まず、ワイヤー状のペーパロイの磁性体1-3を固定し、その両端を鋼(Cu)のメッキ膜13-0で被覆した。次に、純銀膜1-1-0上に銀線膜を介して実験膜1-2と純銀の被覆コイル1-5を形成し、その両端に被覆コイル端子1-5を設けた。次いで被覆コイル1-7を被覆するように绝缘膜を形成し、その上に一对の端子1-9-6を形成した。純銀膜1-2の表面1-2-1には端子1-9-6が露出されている。更に、端子1-9-6を被覆するように前記ワイヤー状の磁性体1-3を配置し、磁性体の端部に形成したメッキ膜13-0と端子1-9-6の端をハンダ付けしてハンダ1-9-0を溶って固定した。このようにして直交フラックスゲート磁場センサを実験した。

〔00-36〕 領域A 13 mは、バーマロイのみの領域Aと、鋼のメッキ鋼13 mを複合した領域Aとからなる。一方の端子13 mから領域Aに通電しようとすると、電流の端子とどとの端子は比較的の低い鋼のメッキ鋼13 mを通過する。鋼のメッキ鋼を通過した電流は領域Aに流れ込み、さらに他方の鋼メッキ鋼13 m及び他方の端子13 mに流れていく。従って、領域Aは高周波の電流により励磁されるが、領域Aは高周波電流により励磁されない状態となった。領域Aを含むゲートとして機能する複合体の端子は領域Aの両端に配置し、且つスパイラル状のコイル中心の上にあるため、効率的に励磁を検出することができる。領域Aはゲートとしては機能しないが、領域Aを領域Aに導く集電作用を実するため、領域Aがない導道に比べて、直交フラッグ式整流系センサの感度を減くすることができる。なお、更に他の整流系として、メッキ鋼13 mの材質を並(A1)に代替することも出来た。要は、複合体13 mの比較度に比べてメッキ鋼13 mの抵抗度が十分に小さければ、領域Aに限るとども電流が流れないと認められ、ゲートとして機能する複合体の長さを領域Aに限定することができる。従って、複合体の端子を複数にすれば、アルミニウム(A1)鋼やハンドメッキ鋼等でバーマロイより比抵抗の低い材料を使うことも可能である。

【0037】図14は、実施例8の構成を蓄性体制からみた平面図であり、直交ブラックグート型微センサの全体を示す。アルミナ(A12O3)の保護膜中に設けた検出コイル15bの上に、蓄性体13bを配置して、蓄性体13bとメッキ膜10cの端部がスパイラル状のコイル中心に近接するように配置した。メッキ膜13cの端はハンダ19aで電子19bに固定した。なお、検出コイルと検出コイル端電子17bはアルミナの保護膜(焼結基板1.1bを覆う膜)の中に配置したが、端部を取るために検出コイル端電子17bの端部の端部保護膜の外に露出させた。なお、蓄性体13bとメッキ

図13.6を用うように動作用のコーティングを述べたが、図14では説明を省略した。

【003.8】実施例8の構成は、感性体の配置をスパイク状のコイル中心近傍ではなく、離れた箇所で感性体を配置するものである。動作用感性用のハンダがコイル中心を覆うことなく離れているので、ハンダ固定作業後に感性体のゲートとして機能する箇所がコイル中心上に位置しているが、自然と離脱することができるという利点がある。また、直交フラックスゲートセンサの全体を小型化・薄型化したときに、感性体の配置に比べてハンダ付け位置が複数しているため、ハンダ付けの作業を行なう。

【003.9】(実施例9)実施例3と同様の直交フラックスゲート型感性センサに着けた感性体について、シミュレーションで法を定めることにより、動作よく感界を検出するための条件を算出した。図15は、感性体の長さと感度の関係を示すグラフである。まず、標準となる感性体として、厚さ2.0mm、幅2.0mmの、長さL=3mmの板状の感性体の値を設定した。次いで、感性体の長さを変えていき、感度を算出することができる範囲を【Wb】を計算で求めた(計算1)。ここで、Wbは1.0Tの平行な感度面の中で、感界が現れることができる範囲に相当する。感度中の四角丸が計算値である。これらの計算値を用いたカーブから感性体長さを変められる範囲の範囲をみると、感性体の長さが0.5mm以上且つ、5mm以下の範囲で長さ当たり得られる感度の量すなわち感度が良いことがわかる。Lが2.5mmを超えると感度が飽和し始める。Lが0.5mm未満になると感度が低下するだけでなく、求められる感度の範囲が小さくなるため、高感度の感度センサーを構成する上で好ましくない。なお、図15において、横軸の目盛りは2mmを単位とし、縦軸の目盛りは1*1.0-1.0Wbを単位とする。

【004.0】次いで、感性体の計算値を変えて、同様の計算を行なった。標準となる感性体として、厚さ2.0mm、幅2.0mm、長さL=1mmの板状の感度面の値を設定した。感性体の長さを変えていき、感性体が求めることができる範囲【Wb】を計算で求めた(計算2)。すると、計算値から得られたカーブは、Lが2.5mm以下では計算1とほとんど同じカーブとなり、L>2.5mmでは計算1よりも求められる範囲が大きくなつた。ただし、感性体の感度は、範囲の形状よりも長さに負うところが大きいと考えられる。

【004.2】これらの計算結果から、実施例1の形態で感度のよい直交フラックスゲート型感性センサを構成するには、感性体の長さが0.5mm以上且つ2.5mm以下の範囲であることが望ましいことがわかった。特に好ましくはLを1mm以上且つ2mm以下の範囲とするといよい。また、各種の寸法パラメータを変えて計算したところ、感度の厚さは1.0mm以上且つ1.0mm以下、感度の幅は1.0mm以上且つ0.0mm以下の範囲内とすることが望ましいことがわかった。ただし、これら厚さと幅の範囲は、感性体の感度範囲が1*1.0-1.0Wb以上且つ1.0-1.0Wb以下となるようになるのが望ましい。

【004.3】次に、実施例1の平面状のコイルについて、スパイク状コイルの中心開口の距離をL(0.01は感性体の長さL)に對して、Lに沿って配置されたコイルの幅w(εmm)を算えて計算したところ、0.4LとLとw(εmm)という関係でコイルを配置すると良いことがわかった。但し、コイル厚さ1.0mmの0.4LとLとw(εmm)を高感度でフレームメッキ法により形成する際に、感度のコイル配置を規定するレジストフレームの範囲が高アスペクト比になり、正確なバーニングが難しくなり、結合のコイルがショートしやすくなる。従って、バーニングの感度を得るためにには、w(εmm)を0.4LとLとすることが望ましい。従って、0.4LとLとw(εmm)を0.4LとLとという密度で検出コイルを取けるとよい。

【004.4】以上に説明した各実施例では、動作電流にゼロ期間のある矩形波パルスを使用した場合を示したが、三角波あるいは正弦波など交換電流であっても、測定は可能である。要するに、測定方法は動作電流波形に適した方法を選択すればよい。

【004.5】一方、感性片は複数プロセスで構成する方法を示したが、パルク材から構成する方法でもしく、上記した感性片が得られる構成方法ならば、感性片の構成方法には感度面に本実例を適用することは明らかである。また、本実例では、検出コイルが平行もしくは扇形であれば、最も効率よく発明の効果を享受できるが、完全に扇形である必要はなく部分的に凹凸があるものでも充分である。検出感度あるいは出力を向上させるために、複数の検出コイルを重複するか、感性片とサンドイッチ状に構成することも可能である。

【004.6】上述の実施例では、感界検出方法を直交フラックスゲート型感性センサに適用して説明したが、感度コイルと感性片と感度を検出する感度センサキャリア形感度センサとして複数の出力を検出する構成である。感性体のインピーダンスの測定結果の一例を図10に示した。さらにいずれの実験で動作させてもコイルに感度電流を巻きこむことにより感性片に感度を印加する事が出来るため、バイアス感界や感度感度感界を発生させ、感界センサの安定性、感度の改善、検出感度範囲の拡大に

使うことが可能である。

【0047】

【実験の実験】本発明によって、モバイル端機等に搭載ができる超平面磁気センサを安価に製造することが可能となる。

【実験の実験】

【図1】本発明に係る直交フラックスゲート型磁気センサの斜視図である。

【図2】本発明に係る磁気センサの断面構造と出力電圧V_oの関係を示すグラフである。

【図3】断面構造の構成と地図を示す断面図である。

【図4】本発明による磁気センサの出力特性である。

【図5】検出コイルと磁性体の位置関係を説明する斜視図である。

【図6】本発明による他の実験例を説明する磁気センサの斜視図である。

【図7】本発明に係る他の実験例の磁性体の形状図を説明する斜視図である。

【図8】本発明に係る他の実験例を説明するための磁気センサの断面図である。

【図9】本発明に係る2端の磁気センサの断面構造を説明する平面図である。

【図10】高周波キャリア型磁気センサの断面図である。

【図11】高周波キャリア型磁気センサの動作原理である。

【図12】本発明による磁気センサのチップ部品の斜視図である。

【図13】他の実験例にかかる直交フラックスゲート型磁気センサの断面図である。

【図14】実験例の横断面構造からみた平面図である。

【図15】磁性体の長さと断面の測定を説明するグラフである。

【図16】断面の直交フラックスゲート型磁気センサの断面図である。

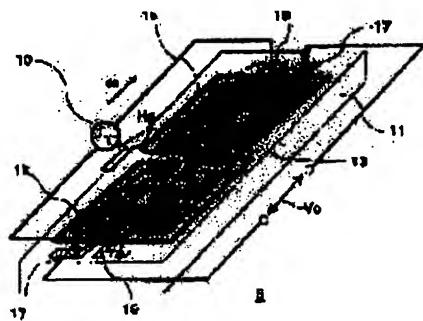
【図17】図16の磁気センサの内部境界と外部境界の関係を示す断面図である。

【図18】従来の他の直交フラックスゲート型磁気センサの斜視図である。

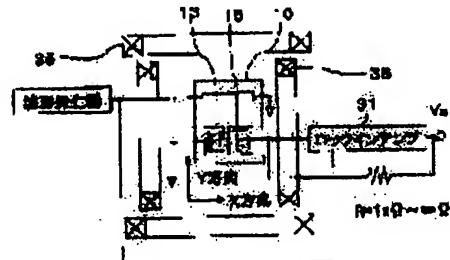
【特許の実験】

5 直交フラックス型磁気センサ、 10 磁性体電極、 11, 21, 31, 11b 磁性体板、 12 磁性膜、 121 磁性膜の裏面、 13, 23, 33-1, 33-2, 13b 磁性体、 13c メッキ膜、 13d, 25, 35, 15b 検出コイル、 17, 27, 37, 17b 検出コイル用端子、 18 保護膜、 19, 29, 39-1, 39-2, 39-3, 19b 端子、 19c ハンダ、 31 ロックインアンプ、 35 ヘルムホルツコイル、 40 検出コイル、 51, 53, 51', 53', 51", 53" 検出コイル、 55 磁性体、 51, 71 磁性体、 55, 75 検出コイル、 53 保護コイル、 67, 77 乾電池電源、 69-1, 69-2 出力端子、 79 端子、 91 チップ基体、 93 端子、 95 磁性体。

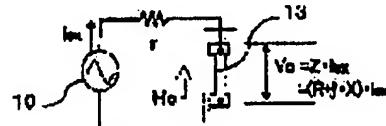
【図1】



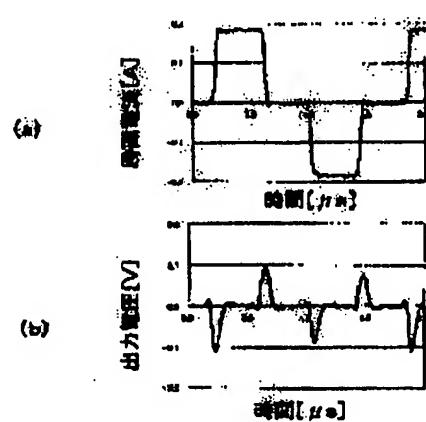
【図3】



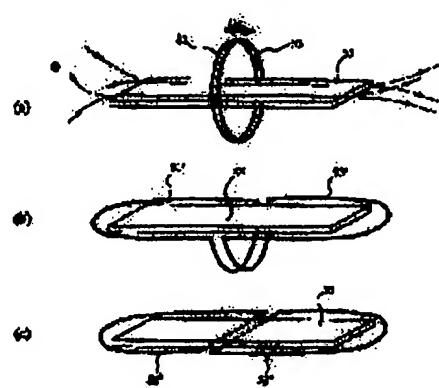
【図10】



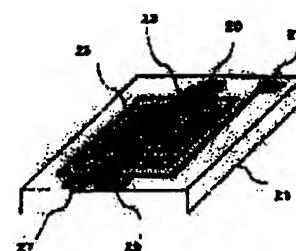
[図4]



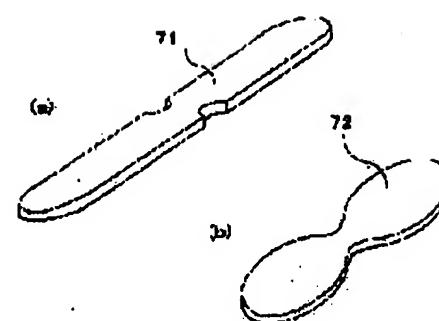
[図5]

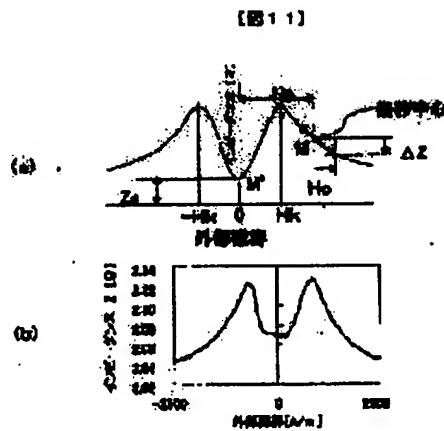
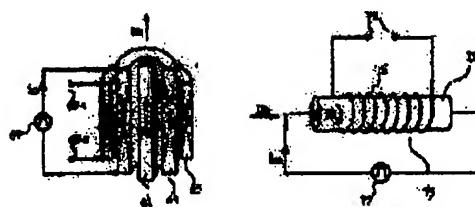
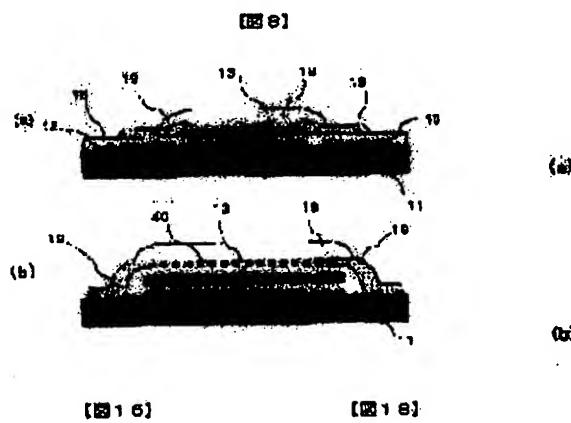
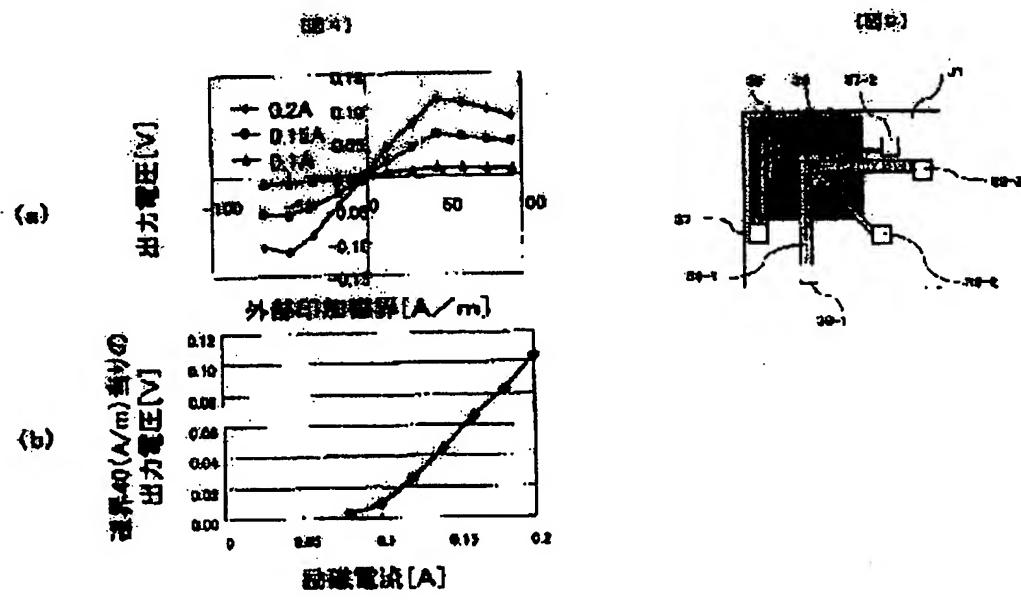


[図6]

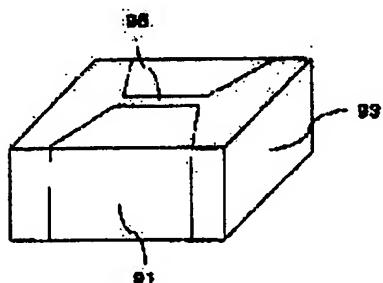


[図7]

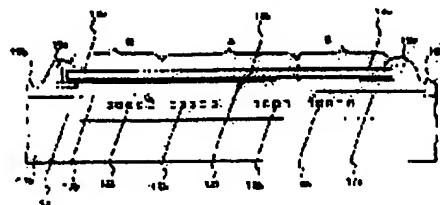




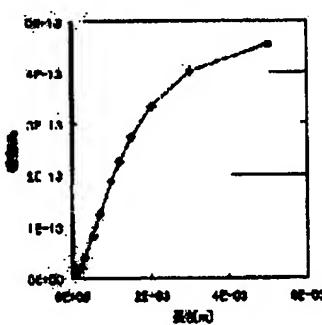
[図12]



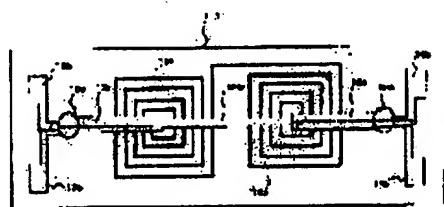
[図13]



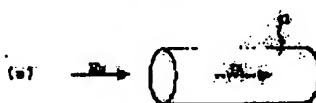
[図15]



[図14]



[図17]



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.